

Analisa Perencanaan Pemasangan *Differential Relay* Pada PT.Bramindo Niaga Pratama

Dobby Eko Rofianto¹, Efrita Arfah Zuliari², Trisna Wati³

Teknik Elektro, FTETI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}

e-mail: *dobby465@gmail.com*

ABSTRACT

An electrical system should have system's reliability and security. This is highly needed in the electric power system to protect the equipments that are on the channel, such as generator, transformer, load, and so on. Bramindo Niaga Pratama Ltd. as the contractor will for the first time install a differential relay on the generator system located at the Sub Station E Panel, I Gusti Ngurah Rai Airport, Bali. From the analysis, the smallest short circuit current value, of the two phase short circuit current, i.e. 50.837 A was obtained. Then 30% was taken from the relay setting calculation: $50,837A \times 30\% = 15.251A$. Since the differential relay setting obtained from the calculation of the current setting of 0.0039 A, a current of 15.251 A is more than enough to make the differential relay functions. This value is used as a reference for setting the differential relay generator in the Sub Station E. Panel. From the simulation result, when the disruption occurs in the Differential Relay protection zone, CT 1 shows the short circuit on $I_{f1} = 0.076$ kA and on CT 2 $I_{f2} = 0.026$ kA, the relay will function.

Keyword: *differential relay, protection, setting, simulation*

ABSTRAK

Suatu sistem kelistrikan seharusnya memiliki keandalan dan keamanan sistem, hal ini sangat diperlukan pada sistem tenaga listrik untuk melindungi peralatan-peralatan yang ada pada saluran, seperti generator, trafo, beban, dan lain-lain. PT. Bramindo Niaga Pratama selaku pihak kontraktor akan melakukan pemasangan *differential relay* untuk pertama kalinya pada sistem generator yang terletak di Panel *Sub Station E* Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali. Dari analisa didapatkan nilai Arus hubung singkat terkecil dari arus hubung singkat dua fasa yaitu sebesar 50,837 A maka diambil 30% yang didapat dari perhitungan *setting relay*. $50,837A \times 30\% = 15.251A$, dikarenakan *setting differential relay* yang didapat dari hasil perhitungan arus setting sebesar 0,0039 A maka, arus sebesar 15,251 A lebih dari cukup untuk membuat *differential relay* bekerja (trip), Nilai ini menjadi acuan untuk *setting differential relay* generator pada Panel *Sub Station E*. Dari hasil simulasi pada saat gangguan didalam zona proteksi *Differential Relay*, CT 1 menunjukkan bahwa *short circuit* pada $I_{f1} = 0,076$ kA dan pada CT 2 $I_{f2} = 0,026$ kA, maka *relay* akan bekerja.

Kata kunci: *differential relay, proteksi, setting, simulasi*

PENDAHULUAN

PT. Bramindo Niaga Pratama bergerak di bidang Mekanikal Elektrikal, juga melayani pemasangan UPS, pemasangan jaringan sistem distribusi tegangan menengah dan juga perbaikan genset yang berbagai merek, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, Bali memiliki sistem proteksi pada generatornya, dimana Sistem proteksi ini merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam ketenagalistrikan, Salah satu sistem proteksi adalah *Differential Relay*. *Differential Relay* merupakan proteksi utama sebuah generator dan transformator (*main protection*). *Differential Relay* bekerja sangat selektif dan cepat tanpa waktu jeda (*time delay*).

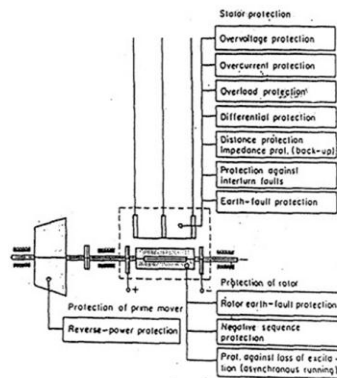
PT. Bramindo Niaga Pratama selaku pihak kontraktor akan melakukan pemasangan *Differential Relay* untuk pertama kalinya di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali, oleh karena itu diperlukan analisa untuk perencanaan pemasangan *Differential Relay*, Serta bagaimana settingan untuk mengantisipasi gangguan-gangguan yang mungkin terjadi untuk keandalan dalam

mengamankan generator di Panel Sub Station E Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali.

TINJAUAN PUSTAKA

Relay Proteksi Pada Generator

Terdapat beberapa macam relay yang umum digunakan sebagai pengaman listrik pada generator. Adapun penempatan peralatan pengaman listrik pada generator secara umum adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Penempatan Peralatan Pengaman Listrik Pada Generator[1]

Jenis *relay* yang umum digunakan pada sistem pengaman listrik generator yang memiliki rating daya output yang cukup besar adalah :

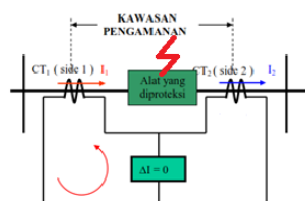
Differential Relay

Differential relay adalah *relay* yang melindungi lilitan stator generator terhadap gangguan antar fasa kumparan stator. Walaupun *differential relay* bekerja dan men-trip PMT utama generator serta PMT sirkuit penguat, sesungguhnya terjadi kerusakan pada kumparan stator generator, Sebuah *Differential Relay* didefinisikan sebagai relay yang bekerja ketika perbedaan fasor dari dua atau melebihi jumlah yang ditentukan.

Cara Kerja Differential Relay

- 1) Jika terjadi gangguan dalam daerah pengamanannya:

Jika *Differential Relay* dipasang sebagai proteksi suatu peralatan dan terjadi gangguan di daerah pengamanannya maka *Differential Relay* harus bekerja, pada saat CT1 mengalir arus I_1 maka pada CT2 tidak ada arus yang mengalir ($I_2=0$). Disebabkan karena arus gangguan mengalir pada titik gangguan sehingga pada CT2 tidak ada arus yang mengalir, maka di sisi sekunder CT2 tidak ada arus yang mengalir ($i_2=0$) yang mengakibatkan $i_1 \neq i_2$ ($\Delta I \neq 0$) sehingga *Differential Relay* bekerja.



Gambar 2. Kondisi Gangguan Dalam *Differential Relay*[1]

2) Jika terjadi gangguan luar daerah pengamanannya:

Apabila terjadi gangguan luar daerah pengamanannya maka *Differential Relay* tidak bekerja, pada saat sisi primer kedua CT dialiri arus I_1 dan I_2 , dengan adanya rasio CT1 dan CT2 yang sedemikian, maka besar arus yang mengalir pada sekunder CT1 dan CT2 yang menuju *Relay* besarnya sama ($I_1=I_2$) atau dengan kata lain tidak ada selisih arus yang mengalir pada *relay* sehingga *relay* tidak bekerja.



Gambar 3. Kondisi Gangguan Luar *Differential Relay*[1]

Ratio CT Ideal :

$$I_{rating} = 110\% \times I_n$$

$$I_n = \frac{S}{v \times \sqrt{3}} \dots\dots\dots(1)$$

$$I_{sekunder CT} = \frac{1}{rasioCT} \times I_n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- I_n : Arus Nominal (A)
- S : Daya Tersalur (MVA)
- V : Sisi Tegangan (kV)

Error Mismatch :

$$Error mismatch = \frac{CT ideal}{CT terpasang} \% \dots\dots\dots(3)$$

Percent Slope (setting kecuraman) :

$$\% slope = \frac{I_d}{I_r} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- I_d : Arus differential (A)
- I_r : Arus penahan (A)

Arus Differential :

$$I_d = I_1 - I_2 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- I_d : Arus differential (A)
- I_1 : Arus sekunder CT1 (A)
- I_2 : Arus sekunder CT2 (A)

Arus Restrain (penahan) :

$$I_{restrain} = \frac{I_1 + I_2}{2} \dots\dots\dots(6)$$

Arus Setting (Iset) :

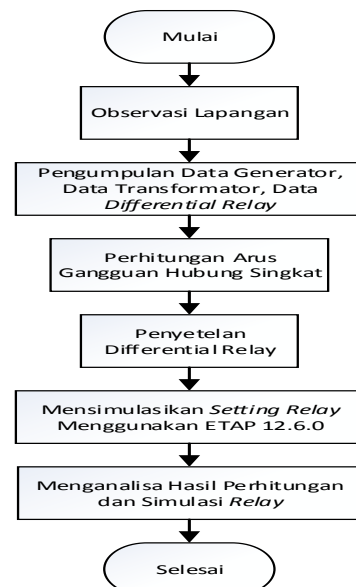
$$I_{set} = \%slope \times I_{restrain} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- I_{set} : Arus setting (A)
- % slope : Setting kecuraman (%)

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Observasi

Observasi dilakukan dengan cara pengamatan dan pencatatan pada Panel Sub Station E di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.



Gambar 5. Letak Pemasangan Differential Relay

Data Generator 300 kVA

Tabel 1. Data Generator

Merk	Deutz Siemens
Daya	300 kVA
Tegangan	230 V/400 V
X_d''	13%
X_0	9%
CT Ratio	800:1
Arus Nominal	525 A
Waktu Kerja	0,25 s
Connection	Y (star)

Spesifikasi Differential Relay

Tabel 2. Spesifikasi Differential Relay

Merk	Woodward SEG GmbH & Co.KG
Measuring Input	
Rated data	
Rated current	1 A/5 A
Rated frequency	50-60 Hz
Power consumption in current circuit	at IN = 1 A <0,1 VA at IN = 5 A/0,5 VA
Auxiliary voltage	
Rated auxiliary voltages	35-275 V AC (f = 40-70 Hz) 19-390 V

DC	
General data	
Dropout to pickup ratio	>97%
Returning time	<50ms
Returning time after tripping	100ms \pm 10ms
Minimum operating time	30ms
Output relays	250 V AC / 1500 VA / Continus current 6 A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Gangguan Hubung Singkat

Analisa arus gangguan hubung singkat adalah analisa suatu sistem tenaga listrik pada saat terjadi gangguan hubung singkat. Jenis gangguan hubung singkat antara lain sebagai berikut :

- Gangguan hubung singkat tiga fasa
- Gangguan hubung singkat dua fasa
- Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Perhitungan hubung singkat digunakan untuk menentukan besarnya arus hubung singkat sistem yang mampu menghasilkan dan membandingkan besaran tersebut dengan rating gangguan dari perangkat proteksi Differential Relay.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

No	Keterangan	Nilai
1	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	101,837 A
2	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	50,837 A
3	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	70,585 A

Perhitungan Matematis

Perhitungan ini berupa perhitungan arus nominal dan arus rating untuk menentukan rasio CT terpasang. Kemudian mengitung besar *error mismatch* dan mengitung parameter *relay* berupa arus *differential*, arus *restrain* (penahan), arus *slope* dan arus *setting differential relay*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan

Aspek Perhitungan	Satu Fasa (230 V)	Tiga Fasa (400 V)
Perhitungan Rasio CT (Irat)	839,136 A	476,872 A
Arus Nominal (In)	753,76 A	433,52 A
Error Mismatch	0,57 %	0,5 %
Arus Sekunder CT (Isek)	0,94 A	0,54 A
Arus Differential (Idif)		0,4 A
Arus Penahan (Restraining)		0,74 A
Slope (%)	0,54 %	1,08 %
Arus Setting (Iset)	0,0039 A	0,0079

Dari tabel 4. Data hasil perhitungan, dapat dilihat bila perhitungan yang dilakukan dengan metode diatas diketahui bahwa parameter sebuah *differential relay* seperti harus setting yang didapat pada sisi primer sebesar 0,0039 A dan pada sisi sekunder 0,0079 A dengan *slope* sebesar 0,54% pada *slope1* dan 1,08% pada *slope2*, Rasio CT yang terpasang pada sisi primer ialah 839,136 A dan pada sisi sekunder ialah 476,872 A serta memiliki *mismatch* 0,57% pada sisi primer dan 0,5% pada sisi sekunder.

Arus setting yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 0,0039 A, namun setting yang dibuat adalah 0,3 A atau 30% karena untuk standar PLN sendiri prosentase yang digunakan 30% dengan alasan:

1. Kesalahan sadapan 10%
2. Kesalahan CT 10%
3. *Missmatch* 4%
4. Arus eksitasi 1%
5. Faktor keamanan 5%

Karena arus hubung singkat terkecil didapat dari arus hubung singkat dua fasa berdasarkan hasil perhitungan arus hubung singkat pada tabel 4.3 yaitu sebesar 50,837 A maka diambil 30% yang didapat dari perhitungan *setting relay*. $50,837 \text{ A} \times 30\% = 15,251 \text{ A}$, dikarenakan *setting differential relay* yang didapat dari hasil perhitungan arus *setting* sebesar 0,0039 A maka, arus sebesar 15,251 A lebih dari cukup untuk membuat *differential relay* bekerja (trip).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa perencanaan pemasangan *differential relay* pada PT.Bramindo Niaga Pratama yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Arus hubung singkat terkecil didapat dari arus hubung singkat dua fasa yaitu sebesar 50,837 A maka diambil 30% yang didapat dari perhitungan *setting relay*. $50,837 \text{ A} \times 30\% = 15,251 \text{ A}$, dikarenakan *setting differential relay* yang didapat dari hasil perhitungan arus *setting* sebesar 0,0039 A maka, arus sebesar 15,251 A lebih dari cukup untuk membuat *differential relay* bekerja (trip), sehingga menjadi acuan dalam penyettingan *differential relay* generator pada Panel Sub Station E. Dari hasil simulasi , *relay* bekerja dengan baik karena mampu mentripping CB pada saat gangguan didalam zona proteksi *Differential Relay*. CT 1 menunjukkan bahwa short circuit pada $I_{f1} = 0,076 \text{ kA}$ dan pada CT 2 menunjukkan bahwa short circuit terjadi diangka $I_{f2} = 0,026 \text{ kA}$, maka *relay* akan bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Irsyam, "ANALISA TROUBLE DIFFERENTIAL RELAY TERHADAP TRIP CB (CIRCUIT BREAKER) 150 KV TRANSFORMATOR 30 MVA PLTGU PANARAN," J. Dimens., vol. 3, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [2] A. Istimaroh and N. Hariyanto, "Penentuan Setting Rele Arus Lebih Generator dan Rele Diferensial Transformator Unit 4 PLTA Cirata II," J. Reka Elkomika, vol. 1, no. 2, pp. 131–141, 2013.
- [3] L. Shintawaty, "SISTEM PROTEKSI PADA GENERATOR DI PLTG MUSI 2 PALEMBANG," J. Desiminasi Teknol., vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2014.
- [4] D. Project, M. Simulasi, T. D. Saputro, and S. Handoko, "EVALUASI SETTING RELAY PROTEKSI GENERATOR PADA PLAN PT . PETROCHINA INTERNATIONAL JABUNG LTD. BETARA COMPLEX DEVELOPMENT PROJECT MENGGUNAKAN SIMULASI ETAP 12.6.0," TRANSIENT, vol. 4, no. 4, pp. 1–10, 2015.
- [5] A. Subari and D. H. Kusumastuti, "SETTING RELAY DIFFERENSIAL PADA GARDU INDUK KALIWUNGU GUNA MENGHINDARI KEGAGALAN PROTEKSI," TRANSMISI, vol. 17, no. 3, pp. 1–6, 2015.
- [6] U. I. Generator, P. Ketenger, P. T. Indonesia, and P. Ubp, "Analisis Kerja Rele Overall Differential pada Generator Unit I PLTA Ketenger PT Indonesia Power UBP Mrica," Din. Rekayasa, vol. 6, no. 2, pp. 1–12, 2010.
- [7] D. I. P. Suralaya, "ANALISA PROTEKSI DIFFERENSIAL PADA GENERATOR DI PLTU SURALAYA," J. ENERGI KELISTRIKAN, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [8] <http://www.woodward-seg.com>